

AP20RCC'DFGTPTQ 05 MAY 2006

## Beschreibung

### Sichere Erfassung von Eingabewerten

Die Erfindung betrifft ein System sowie ein Verfahren zur sicheren Erfassung von Eingabewerten zur Verarbeitung in einer sicherheitsgerichteten Recheneinheit.

Ebenso wie bei nicht sicherheitsgerichteten Automatisierungssystemen besteht bei sicherheitsgerichteten Automatisierungssystemen der Wunsch, Parameter bzw. Werte ändern zu können. Der Begriff "sicherheitsgerichtet" (englisch: fail-safe) bezeichnet gemäß DIN V VDE 0801 bzw. VDI/VDE 3542 die Fähigkeit eines Systems, beim Auftreten eines Ausfalls im sicheren Zustand zu bleiben oder unmittelbar in einen anderen sicheren Zustand überzugehen. Typische Parameter bei sicherheitsgerichteten Automatisierungssystemen sind Grenzwerte (z. B. maximaler Druck, maximale Temperatur), bei deren Überschreitung ein gefährlicher Zustand eintreten würde. Diese Grenzwerte sind beispielsweise bei Chargenprozessen unabhängig von der zu produzierenden Charge und sollten an die jeweilige Charge angepasst werden können. Derzeit ist keine sichere Bedienmöglichkeit bekannt. Nach den relevanten Standards (insbesondere IEC 61508/IEC 61511) wird gefordert, dass Änderungen, welche sicherheitsgerichtete Funktionen betreffen, getestet und verifiziert werden müssen. Dies würde eine Parameteränderung sehr aufwändig machen. Aus sicherheitstechnischer Sicht werden an eine Parameteränderung die im Folgenden genannten Anforderungen gestellt. Führt die Parameteränderung zur Beeinflussung einer sicherheitsgerichteten Funktionalität des Automatisierungssystems, so ist ein kompletter Funktionstest bei einer solchen Parameteränderung erforderlich, da im Falle eines falschen Parameters lebensgefährliche Zustände eintreten könnten.

BEST AVAILABLE COPY

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die sichere Erfassung von Eingabewerten mit einer nicht sicherheitsgerichteten Bedienvorrichtung zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird durch ein System mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Das System zur sicheren Erfassung von Eingabewerten weist eine Bedienvorrichtung und eine sicherheitsgerichtete Recheneinheit auf, wobei die Bedienvorrichtung

- erste Anzeigemittel zur Anzeige eines über Eingabemittel eingebbaren ersten Werts,
- Kommunikationsmittel zur unverschlüsselten Übertragung des ersten Werts zusammen mit einem Identifizierungswert an die Recheneinheit,
- Rechenmittel zur Umrechnung eines von der Recheneinheit übermittelbaren zweiten Werts in einen dritten Wert,
- zweite Anzeigemittel zur Anzeige des dritten Werts und
- dritte Anzeigemittel zur Anzeige eines über die Eingabemittel eingebbaren vierten Werts aufweist, wobei die Rechenmittel zur Umrechnung des vierten Werts in einen fünften Wert vorgesehen sind und die Kommunikationsmittel zur unverschlüsselten Übertragung des fünften Werts zusammen mit dem Identifizierungswert an die Recheneinheit vorgesehen sind,

und wobei die Recheneinheit

- Speichermittel zur Speicherung des ersten Werts sowie zur Speicherung von Kontrollwerten und Grenzwerten,
- erste Vergleichsmittel zum Vergleich des Identifizierungswerts mit einem der Kontrollwerte,
- zweite Vergleichsmittel zum Vergleich des ersten Werts mit den Grenzwerten,
- Rechenmittel zur Umrechnung des ersten Werts in einen zweiten Wert,
- Übertragungsmittel zur unverschlüsselten Übertragung des zweiten Werts an die Bedienvorrichtung und
- dritte Vergleichsmittel zum Vergleich des fünften Werts mit dem ersten Wert aufweist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur sicheren Erfassung von Eingabewerten mit den im Anspruch 13 genannten Merkmalen gelöst, bei welchem mittels einer Bedienvorrichtung

- ein über Eingabemittel eingegebener erster Wert mit ersten Anzeigemitteln angezeigt wird,
- der erste Wert zusammen mit einem Identifizierungswert unverschlüsselt an eine sicherheitsgerichtete Recheneinheit übertragen wird,
- ein von der Recheneinheit übermittelter zweiter Wert in einen dritten Wert umgerechnet wird,
- der dritte Wert mit zweiten Anzeigemitteln angezeigt wird,
- ein über die Eingabemittel eingegebener vierter Wert mit dritten Anzeigemitteln angezeigt wird,
- der vierte Wert in einen fünften Wert umgerechnet wird und
- der fünfte Wert zusammen mit dem Identifizierungswert unverschlüsselt an die Recheneinheit übertragen wird,

und bei welchem die Recheneinheit

- den ersten Wert sowie Kontrollwerte und Grenzwerte speichert,
- den Identifizierungswert mit einem der Kontrollwerte mittels erster Vergleichsmittel vergleicht,
- den ersten Wert mit den Grenzwerten mittels zweiter Vergleichsmittel vergleicht,
- den ersten Wert in einen zweiten Wert umrechnet,
- den zweiten Wert unverschlüsselt an die Bedienvorrichtung überträgt und

den fünften Wert mit dem ersten Wert mittels dritter Vergleichsmittel vergleicht.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass zur Realisierung einer sicheren Erfassung von Eingabewerten ohne eine sicherheitsgerichtete Bedienvorrichtung bei der Erfassung eine Änderung der sicherheitsgerichteten F-Funktionalität unbedingt vermieden werden muss, da eine solche Änderung einen kompletten Funktionstest der F-Funktionalität erforderlich machen würde, wenn der Sicherheitslevel gehalten werden soll.

Ändert man jedoch nur einen Sicherheitsparameter, so ist gemäß der einschlägigen Normen und Richtlinien kein kompletter Funktionstest erforderlich, da es sich im Unterschied zur Änderung einer Sicherheitsfunktion (= F-Funktion) um eine zulässige Übertragung/Änderung eines Sicherheitsparameters handelt (siehe z. B. IEC 61511, Teil 1, Kapitel 11.7.1.5, Anmerkung 2). Das bietet den Vorteil, dass die Bedienvorrichtung, und zwar sowohl deren Hardware als auch deren Software nicht von einer Abnahmestelle (z. B. TÜV = Technischer Überwachungsverein) zertifiziert werden muss. Ein weiterer wichtiger Vorteil ist, dass kein Stopp der F-Funktion bzw. des F-Programms bei Parameteränderung erforderlich ist, d. h. die Erfassung bzw. Änderung von Eingabewerten ist im laufenden Betrieb möglich. Es wird somit ermöglicht, dass über eine definierte zertifizierte Schnittstelle in der sicherheitsgerichteten Recheneinheit, Werte und F-Parameter (z. B. Real-, Integer- oder Boolean-Wert) zu bedienen bzw. zu ändern sind. Das zugehörige Programm in der Bedienvorrichtung benötigt keine Zertifizierung und kann auf jeder beliebigen Bedienvorrichtung ablaufen. Es kann vom Betreiber erstellt werden.

Durch die sichere Prüfung des Identifizierungswerts mit einem der Kontrollwerte durch die Vergleichsmittel werden insbesondere Adressverfälschungen bei der Übertragung der Werte bzw. des Identifizierungswerts aufgedeckt. Die Schnittstelle(n) zwischen Bedienvorrichtung und Recheneinheit kann aus Sicht entsprechend einschlägiger Sicherheitsnormen, z. B. IEC61508, als eine von vorneherein eingeplante Schnittstelle betrachtet werden, deren Funktionalität entsprechend getestet sein muss.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Rechenmittel zur Bildung eines Komplements der Werte vorgesehen. Durch die Spiegelung des Wertes bzw. des Komplements können Übertragungsfehler und Datenverfälschungen - insbesondere Common-Mode-Datenverfälschungen - aufgedeckt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Recheneinheit Mittel zur von Ergebnissen der Vergleiche der Vergleichsmittel abhängigen Freigabe des ersten Werts auf. Der Test der auch Acceptance genannten Bestätigung auf Korrektheit dient dem Aufdecken von Datenverfälschungen, einer fehlerhaften Acceptance und einer gleichzeitigen Bedienung von mehreren Bedienvorrichtungen.

Vorteilhafterweise sind die ersten Anzeigemittel und die zweiten Anzeigemittel zur Anzeige des ersten bzw. des dritten Werts in voneinander unterschiedlicher Formatierung vorgesehen sind. Aus dem zurückgegebenen Wert/Komplement wird also der Normalwert errechnet und z. B. in anderer Schrift dargestellt. Damit kann ein logischer Kurzschluss in der Bedienvorrichtung aufgedeckt werden. Fehler in der Eingabeumwandlung werden aufgedeckt, da der Anwender die Tastatureingabe mit dem Eingabefeld vergleicht. Fehler in der Ausgabeumwandlung werden aufgedeckt da der Anwender das Eingabefeld und den "Readback" vergleicht. Ein "Kurzschluss" des Eingabefeldes zum Readback-Feld wird besonders leicht aufgedeckt durch die Darstellung des Read-Back in anderer Schrift und durch den Vergleich mit dem "übernommenen Wert". Dem Anwender wird vorteilhafterweise die Möglichkeit gegeben, die Eingabe abbrechen, dadurch dass die Bedienvorrichtung eine über die Eingabemittel aktivierbare Abbruchfunktion aufweist.

Durch parametrierbare Überwachungsmittel zur Zeitüberwachung der Übermittlung des ersten bzw. des vierten Werts in der Recheneinheit kann das unzulässige gleichzeitige Bedienen von mehreren Bedienvorrichtungen aus aufgedeckt werden.

Um den Anwender über den schließlich als sicheren Wert durch die Recheneinheit übernommenen Wert zu informieren, weist die Bedienvorrichtung vorteilhafterweise vierte Anzeigemittel zur Anzeige eines weiteren von der Recheneinheit übertragbaren sechsten Werts auf.

Die Sicherheit des Systems bzw. des Verfahrens wird weiter erhöht, wenn Speichermittel zur diversitären Speicherung der Kontrollwerte vorgesehen sind und/oder die Eingabemittel keine Drag & Drop-Funktion zulassen, so dass der Anwender gezwungen wird, den Wert bei jeder Eingabe komplett neu einzugeben. Der Wert wird immer als Tastatureingabe gefordert.

Die Recheneinheit weist vorteilhafterweise sicherheitsgerichtete Funktionsmittel zur sicheren Durchführung eines Funktionstests der Bedienvorrichtung auf. Durch die sichere Generierung eines Tests der Bedienfunktion in der Bedienvorrichtung werden insbesondere systematische Fehler der Bedienvorrichtung aufgedeckt. Die Funktion in der Bedienvorrichtung kann so bei der Inbetriebnahme und bei jedem Prooftest-Interval getestet werden. Auch dadurch lässt sich ein "Kurzschluss" des Eingabefeldes zum Readback-Feld aufdecken.

In Umgebungen in denen der Zugriff von nicht autorisierten Personen auf das System nicht zuverlässig verhindert werden kann, weist die Bedienvorrichtung vorteilhafterweise Mittel zur Authentifizierung von Anwendern auf.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert.

Es zeigen:

FIG 1      ein System zur sicheren Erfassung von Eingabewerten mit einer nicht sicherheitsgerichteten Bedienvorrichtung und einer sicherheitsgerichteten Recheneinheit,

FIG 2      den Ablauf eines Verfahrens zur sicheren Erfassung von Eingabewerten und

FIG 3      ein weiteres System zur sicheren Erfassung von Eingabewerten mit einer Bedienvorrichtung und einer sicherheitsgerichteten Recheneinheit.

Figur 1 zeigt ein System zur sicheren Erfassung von Eingabewerten mit einer nicht sicherheitsgerichteten Bedienvorrichtung 1 und einer sicherheitsgerichteten Recheneinheit 2, z. B. einer Zentraleinheit (CPU = Central Processing Unit) eines Automatisierungssystems. Die Bedienvorrichtung 1 weist erste Anzeigemittel 6, zweite Anzeigemittel 7, dritte Anzeigemittel 8 und vierte Anzeigemittel 9 auf. Des Weiteren weist die Bedienvorrichtung 1 Eingabemittel 3, z. B. eine Tastatur, sowie Mittel 18 zur Authentifizierung von Anwendern, z. B. ein Schloss oder einen (Chip-)Kartenleser auf. Zudem enthält die Bedienvorrichtung 1 Rechenmittel 5 sowie Kommunikationsmittel 4. Die Kommunikationsmittel 4 sind über eine Kommunikationsverbindung 19 mit Kommunikationsmitteln 14 der Recheneinheit 2 verbunden. Die Recheneinheit 2 weist erste Vergleichsmittel 11, zweite Vergleichsmittel 12 sowie dritte Vergleichsmittel 13 auf. Die Recheneinheit 2 enthält Speichermittel 10 sowie Rechenmittel 15. Des Weiteren weist die Recheneinheit 2 parametrierbare Überwachungsmittel 16 sowie sicherheitsgerichtete Funktionsmittel 17 auf.

Im Folgenden wird anhand des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 1 die sichere Erfassung von Eingabewerten näher erläutert. Ein Anwender des Systems kann mittels der Bedienvorrichtung 1 über die Eingabemittel 3 einen ersten Wert - den Eingabewert - eingeben, welcher ihm daraufhin mit den ersten Anzeigemitteln 6 angezeigt wird. Der Anwender erhält durch die direkte Anzeige des eingegebenen ersten Werts eine Rückkopplung über den eingegebenen ersten Wert und kann diesen gegebenenfalls korrigieren. Der Anwender beendet die Eingabe durch Betätigen einer Return-Taste oder einer speziell dafür vorgesehenen Bestätigungstaste, welche Teil der Eingabemittel 3 ist. Der solchermaßen eingegebene erste Wert wird zusammen mit einem ihm zugeordneten Identifizierungswert unverschlüs-

selt an die sicherheitsgerichtete Recheneinheit 2 übertragen. Der Identifizierungswert wird im Folgenden auch Identifizierungskennung oder Val-ID genannt. Die sicherheitsgerichtete Recheneinheit 2 speichert den empfangenen ersten Wert und vergleicht zum einen mittels erster Vergleichsmittel 11 den mitübertragenen Identifizierungswert mit einem in den Speichermitteln 10 der Recheneinheit 2 gespeicherten Kontrollwert und vergleicht zum anderen mittels zweiter Vergleichsmittel 12 den ersten Wert mit in den Speichermitteln 10 der Recheneinheit 2 hinterlegten Grenzwerten. Im nächsten Schritt rechnen die Rechenmittel 15 der Recheneinheit 2 den ersten Wert in einen zweiten Wert um. Diese Umrechnung ist im Ausführungsbeispiel die Bildung des Komplements (= Komplementärwert) des ersten Werts. Der solchermaßen umgerechnete bzw. umgeformte zweite Wert (hier also das Komplement des ersten Werts) wird, wiederum unverschlüsselt, an die Bedienvorrichtung 1 zurückübertragen (gespiegelt) und in der Recheneinheit 2 mit Rechenmitteln 5 in einen dritten Wert umgerechnet. Diese Umrechnung vom zweiten in den dritten Wert ist eine zur ersten Umrechnung vom zweiten in den dritten Wert inverse Operation (hier wiederum die Bildung des Komplements). Der derart umgerechnete bzw. umgeformte dritte Wert sollte somit zahlenmäßig dem ersten Wert entsprechen. Der dritte Wert wird mit zweiten Anzeigemitteln dem Anwender angezeigt. Der Anwender prüft den angezeigten dritten Wert und gibt gegebenenfalls als Bestätigung der Übereinstimmung des ihm angezeigten ersten Werts mit dem ihm angezeigten dritten Wert über die Eingabemittel 3 der Bedienvorrichtung 1 den gleichen Wert nochmals - zum zweiten Mal - als vierten Wert ein. Der eingegebene vierte Wert wird ihm mit dritten Anzeigemitteln 8 wiederum direkt angezeigt, so dass er eine direkte Rückkopplung erhält und seine Eingabe gegebenenfalls direkt korrigieren kann. Im nächsten Schritt rechnet die Bedienvorrichtung 1 mit den Rechenmitteln 5 den vierten Wert in einen fünften Wert um, hier wieder in den Komplementärwert, und überträgt den fünften Wert zusammen mit dem Identifizierungswert unverschlüsselt an die Recheneinheit 2. Die Recheneinheit 2 ver-



gleicht daraufhin den fünften Wert mit dem in den Speichermitteln 10 gespeicherten ersten Wert mittels dritter Vergleichsmittel 13. Der fünfte Wert sollte das Komplement des ersten Werts sein. Haben alle mit den Vergleichsmitteln 11, 12, 13 durchgeführten Vergleiche zu einem erfolgreichen Ergebnis geführt, kann die Recheneinheit 2 in einem letzten Schritt den solchermaßen sicher erfassten ersten Wert als sicheren Eingabewert weiterverarbeiten.

Figur 2 zeigt den Ablauf eines Verfahrens zur sicheren Erfassung von Eingabewerten. Das Verfahren dient zum sicheren Erfassen eines Eingabewerts als sicherer Wert (sogenannter F-Value) 45 mittels einer F-Funktion 28 ( $F = \text{Failsafe}$ ), welche z. B. in der Recheneinheit 2 gemäß Figur 1 abläuft. Ein Anwender führt über Eingabemittel, z. B. ein Bedienterminal, eine Tasteneingabe 20 aus. Der vom Anwender eingegebene Wert wird in einem Eingabefeld 22 dargestellt. Der Anwender vergleicht den im Eingabefeld 22 dargestellten Wert mit dem von ihm eingegebenen Wert. Der Vorgang des Vergleichs durch den Anwender ist in Figur 2 mit dem Bezugszeichen 21 gekennzeichnet. Ist der Wert nach Ansicht des Anwenders korrekt eingegeben, drückt er eine Übernahmetaste 23. Daraufhin wird der eingegebene Wert als Wert 24 in ein Speicherwort 25 geschrieben. Dieses Speicherwort 25 wird in einem Schreibauftrag 26 zusammen mit einer Kennung zur Identifizierung an eine Eingabeschnittstelle 27 zur F-Funktion 28 übertragen. Die Eingabeschnittstelle 27 selbst ist nicht sicherheitsgerichtet ausgeführt. Die F-Funktion 28 spiegelt den Eingabewert als Komplement 29 über eine sogenannte Spiegel-Schnittstelle 30 zurück. Mittels einem Lese-Dienst 31 (Polling) wird das Komplement als Speicherwort 32 von der Bedienvorrichtung gelesen. In der Bedienvorrichtung erfolgt eine Wandlung 33 des Speicherworts in dessen Komplementärwert. Der Komplementärwert des Speicherworts 32 sollte der im ersten Schritt eingegebene Wert sein. Der Komplementärwert wird nun auf einem Anzeigefeld 34 angezeigt. Der Anwender vergleicht in einem weiteren Vergleich 35 die beiden im Eingabefeld 22 bzw. im Anzeigefeld 34

angezeigten Werte und gibt, falls beide Werte übereinstimmen, zur Bestätigung den Wert mit einer Tasteneingabe 36 ein zweites Mal ein. Der dermaßen eingegebene Wert wird wiederum in einem weiteren Eingabefeld 38 angezeigt und durch einen weiteren Vergleich 37 des Anwenders direkt geprüft. Der Anwender kann bei Übereinstimmung des eingegebenen Werts mit den zuvor angezeigten Werten wiederum eine Übernahmetaste 39 betätigen und damit eine Wandlung 40 des eingegebenen Werts in dessen Komplement anstoßen. Dieses Komplement wird als Speicherwort 41 zwischengespeichert und in einem Schreibauftrag 42 zusammen mit der Identifizierungskennung an eine so genannte Acceptance-Schnittstelle 43 zur F-Funktion 28 als sogenannte Acceptance 44 übertragen. Die F-Funktion 28 prüft die Acceptance 44 und übernimmt bei Korrektheit den eingegebenen Wert als sicheren Wert 45. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 wird dieser Wert zudem als sicherer Wert 46 an die Bedienvorrichtung übertragen und in einem weiteren Anzeigefeld 47 dem Anwender angezeigt. Der Anwender hat nun noch die Gelegenheit, mit einer erneuten Sicherheitseingabe oder einem Stopp der Funktion zu reagieren, wenn der im Anzeigefeld 47 angezeigte Wert nicht dem gewünschten Eingabewert entspricht.

Figur 3 zeigt ein weiteres System zur sicheren Erfassung von Eingabewerten mit einer Bedienvorrichtung und einer sicherheitsgerichteten Recheneinheit. Figur 3 dient insbesondere zur Verdeutlichung, welche Teile eines solchen Systems sicherheitsgerichtete Funktionen ausführen und insofern sicher ausgeführt sein müssen bzw. von einer Abnahmestelle (z. B. TÜV) abgenommen oder zertifiziert werden müssen. Diese Teile des Systems zur Ausführung sicherheitsgerichteter Funktionen sind in Figur 3 mit den Bezugszeichen 62 - 71 gekennzeichnet. Die übrigen (mit den Bezugszeichen 50 - 61 gekennzeichneten) Teile des Systems können in normaler Ausführung, d. h. in nicht sicherheitsgerichteter Ausführung, ausgeführt werden.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 gibt ein erster Anwender 51 einen neuen Wert 53 als Eingabewert in die nicht sicher-

heitsgerichtete Bedienvorrichtung 50 ein. Dieser neue Wert wird zusammen mit einer Identifizierungskennung als Daten 56 an die sicherheitsgerichtete F-Funktion 64 übertragen. Die F-Funktion 64 gibt entweder den neuen Wert als Rücklesewert 57 an die Bedienvorrichtung 50 zurück oder meldet einen Statuswert 58, z. B. einen Fehler. Daraufhin kann der erste Anwender 51 durch nochmalige Eingabe 54 des neuen Werts als Acceptance den zurückgelesenen Wert akzeptieren. Die Bedienvorrichtung gibt die Acceptance 59 an die F-Funktion 64 weiter. Optional - insbesondere zur Erhöhung der Sicherheit - kann ein zweiter Anwender 52 den Wert akzeptieren, indem er eine Acceptance 55 an die Bedienvorrichtung 50 abgibt. Wählt der Anwender 51 bzw. 52 den Abbruch oder wünscht ein Zurücksetzen der F-Funktion 64, so geht ein Abbruch- bzw. Resetsignal 60 an die sicherheitsgerichtete F-Funktion 64. Neben den über nicht sicherheitsgerichtete Schnittstellen eingelesenen Werten der Bedienvorrichtung 50 sind weitere sicherheitsgerichtete Parameter 65 - 71 als Eingangswerte für die F-Funktion vorgesehen. Ein erster Parameter 65 gibt die maximal zulässige Änderung eines neuen Werts im Vergleich zu dem bisherigen F-Wert vor. Ein oder mehrere weitere Parameter 66 geben absolute Grenzwerte der jeweiligen Anlage vor. Identifizierungskennungen sind als Parameter 67 hinterlegt. Für einen Test der Bedienvorrichtung 50 ist im Parameter 68 ein Rücklesewert simuliert. Die F-Funktion 64 kann durch Setzen oder Nichtsetzen des Parameters 69 aktiviert bzw. deaktiviert werden. Der oder die Parameter 70 geben für das parametrierbare Überwachungsmittel Zeitüberwachung die Grenzen des Zeitfensters an. Der Parameter 71 bestimmt unterschiedliche Betriebsarten der F-Funktion 64. Der eingegebene und als sicher akzeptierte Wert wird als so genannter sicherer F-Wert 62 auf einem sicheren Weg 63 übernommen sowie bedarfsweise auf einem nicht sicheren Weg 61 an die Bedienvorrichtung 50 übertragen. Die sicherheitsgerichtete F-Funktion 64 läuft üblicherweise in der Zentraleinheit (CPU) eines Automatisierungssystems, insbesondere in einer sicherheitsgerichteten Zentraleinheit (F-

CPU), ab. Die F-Funktion kann als F-Funktionsbaustein innerhalb eines Automatisierungsprogramms realisiert sein.

Mögliche Fehler die beherrscht werden müssen sind:

- Übertragungsfehler
- Fehler in der Eingabeumwandlung
- Fehler in der Ausgabeumwandlung
- Adressverfälschung
- Systematische Fehler in der Bedienvorrichtung
- "Kurzschluss" des Eingabefeldes zum Readback-Feld
- zu frühe oder zu späte Datenänderungen
- gleichzeitiger Zugriff verschiedener Bedienvorrichtungen auf die Recheneinheit

Eine Adressverfälschung wird aufgedeckt, da für den F-Wert eine Val-ID mitgeschickt wird und gleichzeitig unabhängig davon in der F-CPU die Val-ID für den Wert diversitär (d. h. in diesem Fall mit Komplement) geführt wird. Die F-Funktion vergleicht die Val-ID. Die Val-ID muss projektweit eindeutig sein.

Prinzipiell wird davon ausgegangen, dass die Anwender, die sicherheitsrelevante Eingaben durchführen, entsprechend geschult sind. Somit kann keine vollkommen beliebige Eingabe vorkommen. Üblicherweise wird davon ausgegangen, dass mit sicherheitsrelevanten Aufgaben betrauter und demgemäß zuverlässiger Anwender von tausend Bedieneingaben im Schnitt maximal eine falsche Eingabe macht. Bisher musste ein Anwender durch entsprechende sicherheitsgerichtete Programmierung selbst dafür sorgen, dass alle oben genannten Fehler, die in der Bedienvorrichtung, der Kommunikation zur F-Funktion und der Adressierung zur F-Funktion auftreten können, aufgedeckt und beherrscht werden. Wenn er dazu nicht in der Lage war, musste er im F-Programm den Parameter ändern, das Programm neu kompilieren, wieder in die F-CPU laden, und die Änderung testen.

Im Folgenden wird für ein weiteres Ausführungsbeispiel die Bedienreihenfolge für eine (allgemeine) systemunterstützte

sichere Bedienung (F-Bedienung) angegeben. Es gibt auf der Bedienoberfläche der Bedieneinrichtung für jeden bedienbaren sicherheitsrelevanten Wert/Parameter

- ein Eingabefeld,
- ein Readback-Anzeige-Feld, (Zahlendarstellung in anderer Schrift)
- ein Wiederholungseingabefeld (Acceptance)
- ein Anzeigefeld für die Anzeige des aktuell im F-Programm verwendeten Wertes.

Der Anwender gibt über die Tastatur den neuen Wert in das Eingabefeld ein. Der Wert wird von der Bedieneinrichtung (im Folgenden auch OS = Operator Station genannt) unverschlüsselt zusammen mit der "ID zu diesem Wert" (=Val-ID) , zur F-Funktion gesendet. Auf F-Seite ist die Schnittstelle ein Standard (nicht-F)-Eingang "New-Value". Die F-Funktion prüft den Eingabewert und legt das Komplement nach Überprüfung auf den Readback-Value. Die OS wandelt das Komplement und zeigt das Ergebnis auf dem "Readback-Anzeige-Feld" an. Der Anwender vergleicht den Wert im Eingabefeld mit dem Readback-Value - bei Ungleichheit muss er die Abbruchfunktion auswählen. Wenn die Werte aus seiner Sicht identisch sind, bestätigt er die Eingabe indem er den Wert noch mal eingibt (diese Wiederholung der Eingabe kann auch durch einen anderen Anwender erfolgen). Aus diesem Wert erzeugt die OS das Komplement und schickt dieses als Acceptance an die F-Funktion. Die F-Funktion vergleicht "new-Value" und "Acceptance" (d. h. Wert und Komplement) und wenn diese zusammenpassen gibt die F-Funktion den neuen Wert frei.

Der Wert muss in einem festen Eingabefeld (dem F-Value zugeordnet und somit intern mit einer F-ID versehen, - beim Platzieren des Template/Bedienprogramm) eingegeben werden. Jede einzelne Ziffer wird bei der Eingabe vom Bediener mit der gewünschten Ziffer verglichen (Sicherheitsanforderung zur Prüfung der Tastaturfunktion). Durch Betätigen einer Übernahmetaste wird der Wert von der OS zusammen mit der Val-ID an

die F-Funktion "sichere Bedieneingabe" übermittelt (Kommunikationsweg innerhalb der Anlage beliebig). Die F-Funktion spiegelt das "Komplement" des Wertes zur Prüfung an die OS. Das Komplement wird in der OS zum Wert zurückgerechnet, der Wert zur Kontrolle in darunterliegendem Ausgabe-Feld angezeigt. Der Bediener vergleicht den Wert mit dem zuerst eingegebenen Wert. Wenn der Wert gleich ist und der Bediener einverstanden ist, tippt er den Wert noch ein zweites Mal als Acceptance ein und drückt die Übernahmetaste. Die OS schickt den Wert zusammen mit der Val-ID als Komplement zur F-Funktion. Die F-Funktion prüft die Acceptance und übernimmt bei zeitlicher Korrektheit und Datenkorrektheit den Wert als sicheren Wert. Dieser Wert wird wieder von der OS angezeigt und ist vom Anwender zum Schluss noch zu prüfen. Bei Unterschied zum gewünschten Wert muss Bediener mit einer neuen Sicherheitseingabe oder dem Stopp dieser Funktion reagieren. Diese letzte Prüfung ist jedoch sicherheitstechnisch, d. h. zur Erreichung der Sicherheitsklasse SIL 3, nicht erforderlich.

Für die Funktion in der OS und für die Datenübertragung muss ein probabilistischer Nachweis entsprechend SIL 2 erstellt werden (SIL = Safety Integrity Level gemäß IEC 61508). Ein derartiger probabilistischer Nachweis kann z. B. die Durchführung einer FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) sein. Die Sicherheits-Anforderung an den F-Funktionsbaustein ist SIL 3. Durch die Beobachtung des gesamten Bedienvorgangs durch den Anwender erreicht die gesamte Funktion SIL 3. Die Verantwortung für die Eingabe des richtigen Wertes an der richtigen Stelle verbleibt beim Anwender. Die OS, bzw. die gesamte Funktion "sichere Eingabe", trägt nur die Verantwortung für die richtige Übertragung des angezeigten Wertes. Die Val-ID weist typischerweise Werte zwischen 1 und FFFE (hexadezimal) auf. Bei Auftreten eines Fehlers während des Ablaufs des Verfahrens bleibt grundsätzlich der letzte gültige sichere Wert erhalten. Nach Neustart müssen die Werte neu eingegeben werden.

In einem typischen Szenario, in welchem eine Ausgestaltung der Erfindung zum Einsatz kommen könnte, läuft eine Fertigungsanlage unter genau definierten Bedingungen. Auf einem Anzeigefeld einer OS wird ein aktueller Anlagenwert angezeigt. In Abhängigkeit der gerade zu produzierenden Produkte müssen Temperatur- oder der Druckwerte im sicherheitsgerichteten Teil der Anlage geändert werden. Die anlagenspezifischen Grenzwerte werden bei der gewünschten Änderung jedoch nicht über- bzw. unterschritten und sollen auch nicht geändert werden. Die zu ändernden Werte sind nicht unbedingt nur die Sicherheit betreffende Werte, sondern haben auch Einfluss auf die Produktqualität. Weitere zu ändernde sicherheitsrelevante Werte könnten jedoch auch Auswirkungen auf potentielle Risiken haben. In einem ersten Szenario gibt ein Anwender eine Änderungsanforderung (change request) in das Bediensystem ein. Die betroffene Sicherheitsfunktion in diesem Szenario geht daraufhin in den sicheren Zustand (was im Allgemeinen sicherheitstechnisch nicht erforderlich wäre). Der Anwender gibt in ein dafür vorgesehenes Eingabefeld den neuen Wert ein. Der Anwender validiert seine Eingabe mit seinem eigenen Schlüssel (mechanischer oder komplexerer Art, z. B. Chipkarte, biometrischer Schlüssel u. Ä), wodurch ein Einbitwert (Validation Anwender) gesetzt wird. Der eingegebene Wert wird mit den Anlagengrenzwerten verglichen. Bei falscher Eingabe kann ein zuvor parametrierter Ersatzwert validiert werden. Der akzeptierte Wert oder der Ersatzwert wird in einem dafür vorgesehen Anzeigefeld angezeigt. Der Zustand "akzeptiert" oder "nicht akzeptiert" wird mit einem eigenen Einbitwert (Acceptation Condition) in einem separaten Anzeigefeld angezeigt.

In einem zweiten Szenario überprüft und validiert ein zweiter Anwender, der Supervisor, die Eingabe des ersten Anwenders und den rückgespiegelten Wert mit seinem eigenen Schlüssel. Abhängig von seiner Validierung wird ein Einbitwert (Validation Supervisor) generiert und angezeigt. Ein akzeptierter

Wert wird als aktuell gültiger Wert angezeigt. Akzeptiert der Supervisor den vom ersten Anwender eingegebenen Wert nicht innerhalb einer definierbaren Zeitspanne, wird die Eingabefunktion zurückgesetzt.

Nach einem Stopp und Wiederanlauf der (F-)CPU und/oder einem Stromversorgungsfehler bleibt die F-Funktion im sicheren Zustand und der jeweilige Ersatzwert wird als aktuell gültiger sichere Wert angezeigt.

Zusammengefasst betrifft die Erfindung somit ein System sowie ein Verfahren zur sicheren Erfassung von Eingabewerten zur Verarbeitung in einer sicherheitsgerichteten Recheneinheit. Um die sichere Erfassung von Eingabewerten mit einer nicht sicherheitsgerichteten Bedienvorrichtung zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass mittels einer Bedienvorrichtung ein über Eingabemittel eingegebener erster Wert mit ersten Anzeigemitteln angezeigt wird, der erste Wert zusammen mit einem Identifizierungswert unverschlüsselt an eine sicherheitsgerichtete Recheneinheit übertragen wird, ein von der Recheneinheit übermittelter zweiter Wert in einen dritten Wert umgerechnet wird, der dritte Wert mit zweiten Anzeigemitteln angezeigt wird, ein über die Eingabemittel eingegebener vierter Wert mit dritten Anzeigemitteln angezeigt wird, der vierte Wert in einen fünften Wert umgerechnet wird und der fünfte Wert zusammen mit dem Identifizierungswert unverschlüsselt an die Recheneinheit übertragen wird, und dass die Recheneinheit den ersten Wert sowie Kontrollwerte und Grenzwerte speichert, den Identifizierungswert mit einem der Kontrollwerte mittels erster Vergleichsmittel 11 vergleicht, den ersten Wert mit den Grenzwerten mittels zweiter Vergleichsmittel 12 vergleicht, den ersten Wert in einen zweiten Wert umrechnet, den zweiten Wert unverschlüsselt an die Bedienvorrichtung überträgt und den fünften Wert mit dem ersten Wert mittels dritter Vergleichsmittel 13 vergleicht.



## Patentansprüche

1. System zur sicheren Erfassung von Eingabewerten mit einer Bedienvorrichtung (1) und einer sicherheitsgerichteten Recheneinheit (2), wobei die Bedienvorrichtung (1)

- erste Anzeigemittel (6) zur Anzeige eines über Eingabemittel (3) eingebbaren ersten Werts,
- Kommunikationsmittel (4) zur unverschlüsselten Übertragung des ersten Werts zusammen mit einem Identifizierungswert an die Recheneinheit (2),
- Rechenmittel (5) zur Umrechnung eines von der Recheneinheit (2) übermittelbaren zweiten Werts in einen dritten Wert,
- zweite Anzeigemittel (7) zur Anzeige des dritten Werts,
- dritte Anzeigemittel (8) zur Anzeige eines über die Eingabemittel (3) eingebbaren vierten Werts, wobei die Rechenmittel (5) zur Umrechnung des vierten Werts in einen fünften Wert vorgesehen sind und die Kommunikationsmittel (4) zur unverschlüsselten Übertragung des fünften Werts zusammen mit dem Identifizierungswert an die Recheneinheit (2) vorgesehen sind,

und wobei die Recheneinheit (2)

- Speichermittel (10) zur Speicherung des ersten Werts sowie zur Speicherung von Kontrollwerten und Grenzwerten,
- erste Vergleichsmittel (11) zum Vergleich des Identifizierungswerts mit einem der Kontrollwerte,
- zweite Vergleichsmittel (12) zum Vergleich des ersten Werts mit den Grenzwerten,
- Rechenmittel (15) zur Umrechnung des ersten Werts in einen zweiten Wert,
- Übertragungsmittel (14) zur unverschlüsselten Übertragung des zweiten Werts an die Bedienvorrichtung (1) und
- dritte Vergleichsmittel (13) zum Vergleich des fünften Werts mit dem ersten Wert aufweist.

2. System nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rechenmittel (5, 15) zur Bildung eines Komplements  
der Werte vorgesehen sind.
3. System nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Recheneinheit (2) Mittel zur von Ergebnissen der  
Vergleiche der Vergleichsmittel (11, 12, 13) abhängigen Frei-  
gabe des ersten Werts aufweist.
4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die ersten Anzeigemittel (6) und die zweiten Anzeigemit-  
tel (7) zur Anzeige des ersten bzw. des dritten Werts in von-  
einander unterschiedlicher Formatierung vorgesehen sind.
5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bedienvorrichtung (1) eine über die Eingabemittel  
(3) aktivierbare Abbruchfunktion aufweist.
6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Recheneinheit (2) parametrierbare Überwachungsmittel  
(16) zur Zeitüberwachung der Übermittlung des ersten bzw. des  
vierten Werts aufweist.
7. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bedienvorrichtung (1) vierte Anzeigemittel (9) zur  
Anzeige eines weiteren von der Recheneinheit (2) übertragba-  
ren sechsten Werts aufweist.
8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

dass die Speichermittel (15) zur diversitären Speicherung der Kontrollwerte vorgesehen sind.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingabemittel (3) keine Drag & Drop-Funktion zulassen.

10. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Recheneinheit (2) sicherheitsgerichtete Funktionsmittel (17) zur sicheren Durchführung eines Funktionstests der Bedienvorrichtung (1) aufweist.

11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bedienvorrichtung (1) Mittel (18) zur Authentifizierung von Anwendern aufweist.

12. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das System Teil eines Automatisierungssystems ist.

13. Verfahren zur sicheren Erfassung von Eingabewerten, bei welchem mittels einer Bedienvorrichtung (1)

- ein über Eingabemittel (3) eingegebener erster Wert mit ersten Anzeigemitteln (6) angezeigt wird,
- der erste Wert zusammen mit einem Identifizierungswert unverschlüsselt an eine sicherheitsgerichtete Recheneinheit (2) übertragen wird,
- ein von der Recheneinheit (2) übermittelter zweiter Wert in einen dritten Wert umgerechnet wird,
- der dritte Wert mit zweiten Anzeigemitteln (7) angezeigt wird,
- ein über die Eingabemittel (3) eingegebener vierter Wert mit dritten Anzeigemitteln (8) angezeigt wird,
- der vierte Wert in einen fünften Wert umgerechnet wird und

- der fünfte Wert zusammen mit dem Identifizierungswert unverschlüsselt an die Recheneinheit (2) übertragen wird, und bei welchem die Recheneinheit (2)
- den ersten Wert sowie Kontrollwerte und Grenzwerte speichert,
- den Identifizierungswert mit einem der Kontrollwerte mittels erster Vergleichsmittel (11) vergleicht,
- den ersten Wert mit den Grenzwerten mittels zweiter Vergleichsmittel (12) vergleicht,
- den ersten Wert in einen zweiten Wert umrechnet,
- den zweiten Wert unverschlüsselt an die Bedienvorrichtung (1) überträgt und
- den fünften Wert mit dem ersten Wert mittels dritter Vergleichsmittel (13) vergleicht.

14. Verfahren nach Anspruch 13,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Rechenmittel (5, 15) jeweils ein Komplement der Werte bilden.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Recheneinheit (2) den ersten Wert in Abhängigkeit von Ergebnissen der Vergleiche der Vergleichsmittel (11, 12, 13) freigibt.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die ersten Anzeigemittel (6) und die zweiten Anzeigemittel (7) den ersten bzw. den dritten Werts in voneinander unterschiedlicher Formatierung anzeigen.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass über die Eingabemittel (3) eine Abbruchfunktion der Bedienvorrichtung (1) aktivierbar ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Übermittlung des ersten bzw. des vierten Werts mittels parametrierbarer Überwachungsmittel (16) der Recheneinheit (2) zeitlich überwacht wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein weiterer von der Recheneinheit (2) übertragbarer sechster Wert mit vierten Anzeigemitteln (9) angezeigt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kontrollwerte diversitär gespeichert werden.

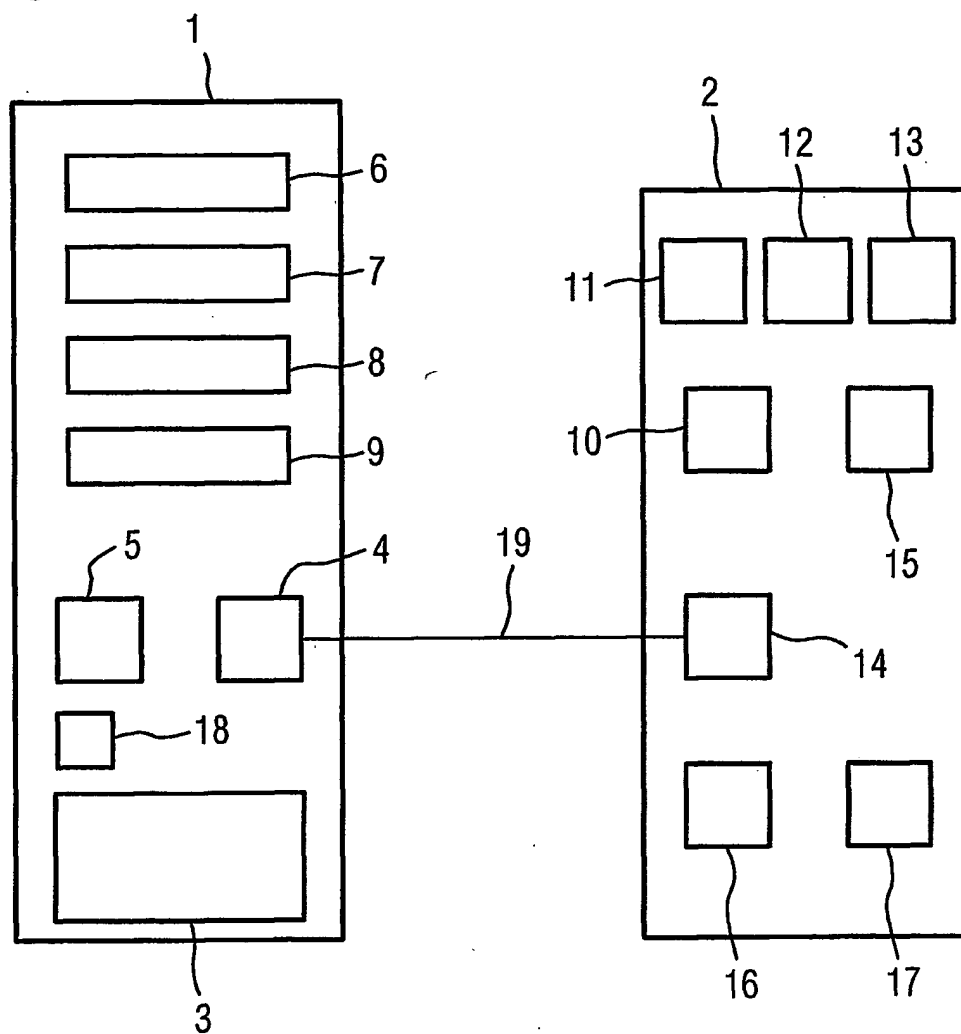
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Eingabemittel (3) keine Drag & Drop-Funktion zulassen.

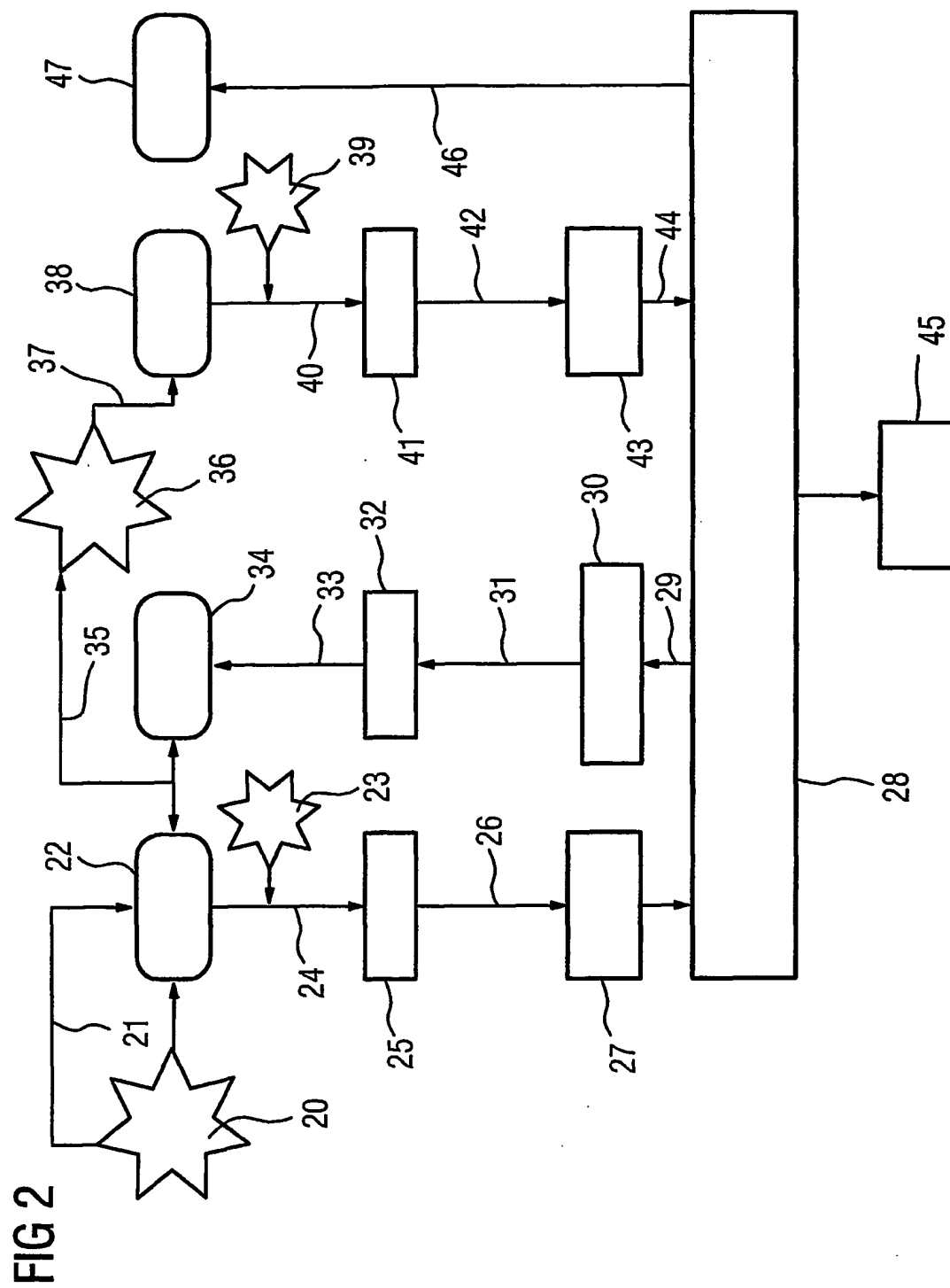
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sicherheitsgerichtete Funktionsmittel (17) der Recheneinheit (2) einen Funktionstest der Bedienvorrichtung (1) sicher durchführen.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bedienvorrichtung (1) Anwender authentifiziert.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Verfahren zur Erfassung von Eingabewerten innerhalb eines Automatisierungssystems dient.

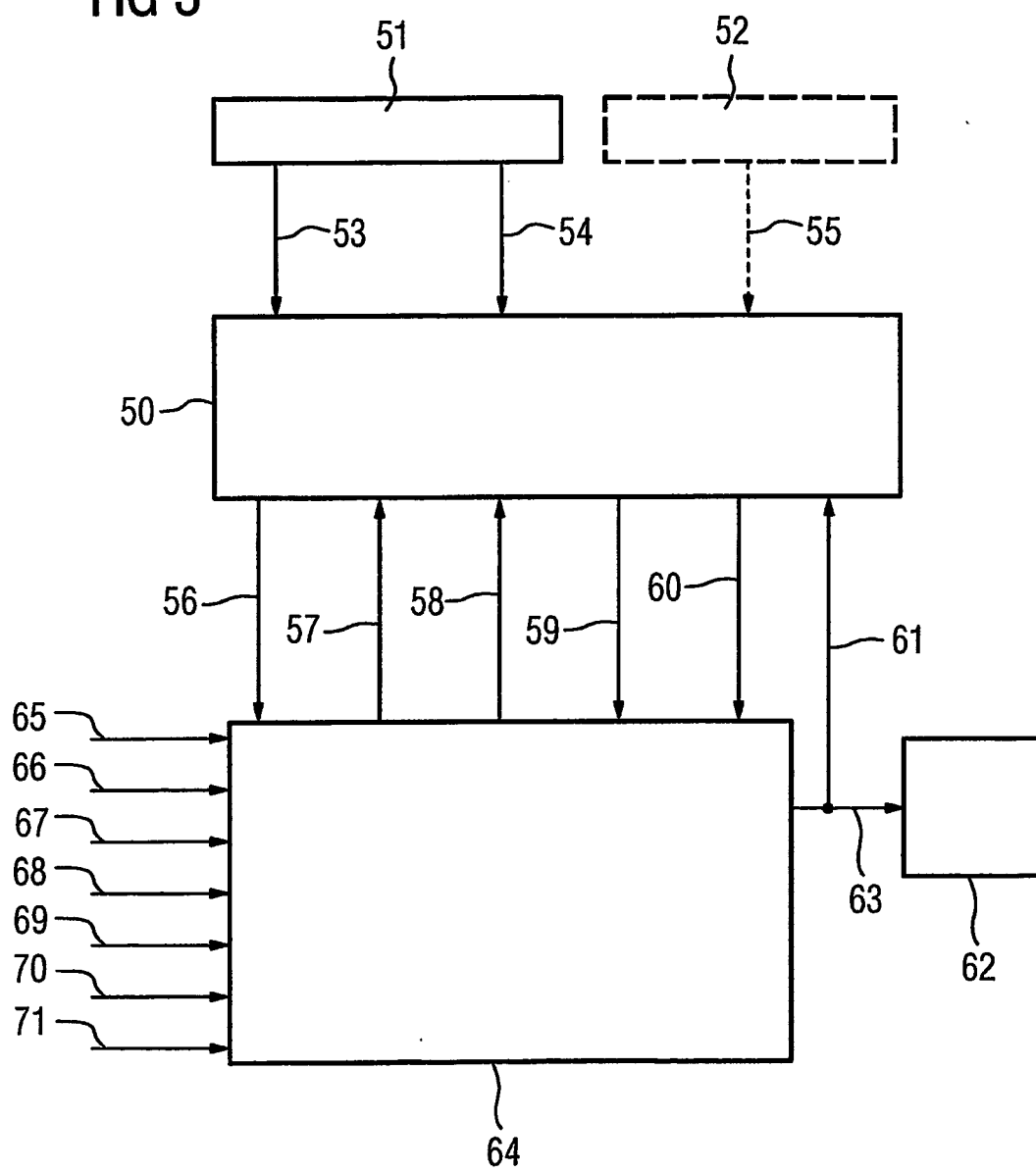
FIG 1





3/3

FIG 3





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**